Versuche
zur
Bestimmung der Benzolmengen
welche Tiere und Menschen aus der Luft absorbieren.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

K. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Ottmar Stöhr

aus

Giebelstadt.

ACAD. LEGIBAT. BIBL.

Würzburg
Buchdruckerei Franz Staudenraus
1909.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr **Prof. Dr. Lehmann.**

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507206_0096

Es ist bisher von einem einzigen ätherischen Körper, dem Schwefelkohlenstoff bekannt, in welchen Mengen er aus der Inspirationsluft von Tieren aufgenommen wird. Herr Prof. Lehmann hat zusammen mit Herrn Dr. Wiener in einer grossen Reihe von Versuchen an Tieren und Menschen eine Absorption von etwa 23% des inspirierten Schwefelkohlenstoffs gefunden. Die Verhältnisse lagen hier insofern günstig, als wir für den Schwefelkohlenstoff eine recht genaue Bestimmungsmethode besitzen. Der inspirierte Schwefelkohlenstoff konnte durch die Gewichts-Abnahme einer Schwefelkohlenstoffinspirationsvorlage bestimmt werden. Die Menge des ausgeatmeten Gases ergab sich, durch Untersuchung einer alkoholischen Kalilauge, in der das ausgeatmete Gas zu cantogensaurem Kali umgewandelt wurde. Letzteres lässt sich jodometrisch bequem bestimmen und so hatte die Arbeit keine besonderen Schwierigkeiten. Auch für Benzol durfte man ein ähnliches glattes Arbeiten erhoffen, doch durfte ich ein solches Thema nur auf das Versprechen von Herrn Professor Lehmann annehmen, mir eifrig mit Rat und Tat beizustehen und mich namentlich in der Wahl der Methoden fortwährend zu unterstützen. Von vornherein schienen 2 Methoden Herrn Professor Lehmann gangbar. In beiden Methoden sollte das inspirierte Benzol wieder durch Gewichtsabnahme der Inspirationsflasche fest-

gestellt werden, wogegen das exspirierte nach drei verschiedenen Wegen bestimmbar erschien.

1. Es sollte die Exspirationsluft durch ein zehn Kugelrohr mit einer Mischung von rauchender Salpeter- und Schwefelsäure geblasen werden. Dabei soll sich Benzol nach Lunge und Harbeck[1]) zu Dinitrobenzol oxydieren, das beim Neutralisieren der Flüssigkeit zum Teil krystallinisch ausfällt und mit Äther vollständig gewonnen werden kann.
2. Sollte die Exspirationsluft durch Kühlung in einer Eisspirale, einer 2 ten auf —15° und einer 3 ten mit Kohlensäure und Aceton auf — 87° gekühlten Spirale vollständig kondensiert werden. Dabei war zu erwarten, dass sich neben Benzol nicht unerhebliche Mengen Wasser kondensierten und es galt nun, diese Wassermengen neben dem Benzol zu bestimmen. Nach 3 Methoden schien dies möglich.
   a) Das Kondensat wird mit wenig Wasser aus den Röhren ausgespült und das Benzol nach der Methode 1 in Dinitrobenzol verwandelt;
   b) das Kondensat wird mit wenig Wasser in einen feinen Messzylinder gespült, gewartet, bis sich Benzol und Wasser vollständig geschieden haben, und das Benzol gemessen;
   c) Es wird zunächst in einem blinden Versuch die Wassermenge gewogen, welche ein Tier in einer bestimmten Zeit ausscheidet. Nach Ablauf dieser Zeit atmet das Tier ebensolange Benzol ein und Wasser- und Benzoldampf

[1]) Zeitschrift für anorgan. Chemie XVI. 26.

aus. Durch Subtraktion der Resultate des ersten und zweiten Versuchs lässt sich die Benzolmenge finden, welche das Tier ausatmet.

Mit grosser Spannung gingen wir an die Kondensationsmethode, die sich bei verschiedenen Arbeiten des Instituts als sehr gutes Hilfsmittel gezeigt hatte.

I. Versuch.

Ein tracheotomiertes Kaninchen atmete 10 Minuten lang über reines Benzol und exspiriert in zwei hintereinander eingeschaltete, mit Eis und Kochsalz gekühlte Spiralen. (Müller'sche Ventile.) Die Benzolflasche hatte um 160 mg abgenommen. In der Eiskühlung fanden sich nur Spuren eines Kondensats. Unsere Hoffnung, dasselbe zu messen, erwies sich als trügerisch, das Tier starb offenbar zu früh an der zu starken Benzolkonzentration. Es hatte vom Beginn der Benzolatmung an eine Zeitlang eine sehr starke Atmung gezeigt.

II. Versuch.

Eine Katze wurde tracheotomiert, hierauf liess man sie eine Viertelstunde lang mit Müller'schen Ventilen Luft einatmen, die durch konzentrierte Schwefelsäure gegangen war. Die Exspirationsluft wurde in einem Kugelapparat mit Eis und Kochsalz abgekühlt. Es kondensierten sich 33 mg. Als das Tier nun in der zweiten Viertelstunde Luft einatmete, die durch eine Schwefelsäurevorlage und über Benzol gestrichen war, starb es binnen ca. 6 Minuten unter ausserordentlich angestrengter Atmung. Auf eine Untersuchung des sehr spärlichen Kondensationsproduktes musste verzichtet werden.

Ergebnis: Man darf Tiere überhaupt nicht Luft atmen lassen, die über unverdünntes Benzol gestrichen ist, sonst sterben sie zu rasch.

Entmutigt durch diese schlechten Resultate verliess ich die Tierversuche, obwohl sicher auch an Tieren ganz leicht gearbeitet werden kann, wenn man meine späteren Erfahrungen benützt.

Auf Vorschlag von Herrn Professor Lehmann ging ich dazu über, an mir selbst zu experimentieren, da wie er mir sagte, der Vorteil der Unterstützung durch den guten Willen der Versuchsperson eine ausserordentliche Förderung bei dem Versuch bedeutet. Ausserdem war es auf diese Weise möglich, die Benzoldosen so zu wählen, dass man versichern konnte, dass ihnen keine besonders schädigende Wirkung zukommt. Ich probierte eben aus, wieviel ich noch ohne besondere Unannehmlichkeiten einatmen konnte; wir erreichten weiter den Vorteil, grössere Luftmengen, also auch grössere Benzolmengen in relativ kurzer Versuchszeit zur Untersuchung zu bekommen und endlich mussten ja am Menschen gewonnene Resultate ausserdem viel interessanter sein als wie die Ergebnisse bei Tierversuchen.

Da sich gezeigt hatte, dass ein Atmen über unverdünnte Benzollösung den Tieren zu grosse Mengen Benzol zuführt, so liessen wir die Luft durch resp. über ein Gemisch streichen von anfangs 1 Teil Benzol und 2 Teilen Paraffinöl und später von 1 Teil Benzol und 4 Teilen Paraffinöl. Luft, die über solche Mischungen streicht, atmet sich ohne besondere Unannehmlichkeiten ein, sie verursacht im Hals ein unbedeutend reizendes Gefühl, dann und wann war auch eine Andeutung von Hustenreiz zu verspüren und wenn ein Versuch 10 Minuten lang fortgesetzt wurde, waren

ganz leichte Symptome von Schwindel zu konstatieren. Es zeigte sich, dass eine 5--10 Minuten lange Versuchsdauer schon genügende Benzolmengen in die Inspirations- und Exspirationsluft lieferte, sodass ich die Versuche meist nur 5 Minuten lang dauern zu lassen brauchte.

Bei den schlechten Resultaten der Kondensation des Benzols in gekühlten Röhren versuchte ich auf Rat von Herrn Professor Lehmann zunächst das Benzol in stark abgekühltem Paraffinöl zu absorbieren. In der Tat gelingt es durch Durchleiten von Luft durch 2 Flaschen mit je 100 ccm Paraffinöl, die in eine Kältemischung von —16° eingestellt sind, das Benzol in erheblichem Maasse zu absorbieren. Es gehen aber immerhin riechbare Benzolmengen durch, wenn man durch gekühlte Paraffinölflaschen ausatmet.

Versuche, eine vollständige Absorption durch Hintereinanderschalten von 4 Paraffinölgefässen zu erhalten, waren nicht ganz befriedigend, und wir gingen deshalb dazu über, hinter die Paraffinölgefässe längere U-Röhren einzuschalten, in deren Krümmung einige Centimeter hoch Glasperlen und eine Mischung von gleichen Teilen rauchender Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure sich befand, sogenannte Nitriersäure. Hinter diese beiden Röhren wurde dann wieder eine Natronlauge-Flasche geschaltet. Blies ich jetzt die Exspirationsluft durch das System, nachdem ich über Benzol eingeatmet hatte, so liess sich mit dem Geruch kein Benzol mehr wahrnehmen. Wie Versuch V zeigt, ist durch diese Anordnung eine vollständige Absorption gewährt, es nahm die zweite Säureröhre nur noch etwa 10% der gesamten Benzolmenge auf. Es war der Plan von Herrn Professor Lehmann, beim Ausatmen durch dieses System die

Hauptmenge des Benzols vorläufig im Paraffinöl zu binden und dasselbe nachher aus dem Paraffinöl dadurch auszutreiben, dass man den mit Schwefelsäure getrockneten Luftstrom durch das auf etwa 80° erhitzte Paraffinöl hindurchleitete. Dieser Luftstrom sollte dann wieder in Nitrierlauge gebunden werden.

Zunächst war festzustellen, inwieweit sich die Lunge'sche Methode zum quantitativen Wiederfinden bekannter Benzolmengen eignet. Verfährt man nach dem Lunge'schen Rezept, indem man gewogene Mengen verdampfenden Benzols durch Nitriersäure in zwei Zehnkugelröhren leitet und vermeidet man dabei ein zu rasches Arbeiten, so findet man sehr gute Resultate. Wir haben stets zwei Kugelrohre hintereinandergelegt und in der Stunde nur wenige Liter Luft durchgesaugt. Am Ende des Versuchs wurde die Nitriersäure zusammengegossen aus den beiden Röhren, mit Natronlauge neutralisiert und mit Äther dreimal erschöpft. Der Äther wurde abdestilliert, auf ein kleines Volumen gebracht und der Rest des Äthers in einem kleinen Becherglas im Wasserbad verjagt. Wie erhielten schöne, krystallinische, weisse, mit einem Stich ins Gelbliche gefärbte Dinitrobenzolrückstände. Das Fehlen eines Geruches zeigt, dass keine nennenswerten Mengen Nitrobenzol dabei entstanden waren. Die Ausbeute betrug 94—95 %. Ich setze gleich die drei Versuche, die ich in dieser Richtung angestellt habe, hierher.

I. Durchgesaugtes Benzol = 0,444 könnte liefern
Gefunden. Dinitrobenzol = 0,8808 1,02 g Dinitrobenzol
Es wurden 92,2 % Benzol wiedergefunden.

II. Durchgesaugtes Benzol = 1,035 könnte liefern
Gefunden. Dinitrobenzol = 2,005 2,229 g Dinitrobenzol
Es wurden 95 % Benzol wiedergefunden.

III. Durchgesaugtes Benzol = 0,5 könnte liefern
Gefunden. Dinitrobenzol = 1,027 1,076 g Dinitrobenzol
Es wurden 95,1 % Benzol wiedergefunden.

Nun war noch zu beweisen, dass auch bei stossweisem kräftigem Exspirieren durch das gekühlte Paraffinöl und die Nitrierröhren in obiger Anordnung, das Benzol in der Exspirationsluft quantitativ bestimmbar ist. Beifolgender Versuch zeigt, dass in der Tat eine solche Bestimmung bis auf 90 ⁰ genau möglich ist. Wir haben also bei allen unseren Versuchen die gefundenen Werte in dieser Hinsicht zu korrigieren; was aber erst in der Schlusstabelle geschehen ist.

Beim Durchblasen verbrauchtes Benzol = 0,41
könnte liefern 0,883 g Dinitrobenzol
Gefundenes Dinitrobenzol = 0,8628
Es wurden 89,8 % des verbrauchten Benzols wiedergefunden!

Mit diesen Erfahrungen ausgerüstet, gingen wir nun an die eigentlichen Versuche. Ich rekapituliere die Versuchsanordnung: Es wurde durch eine Flasche eingeatmet, in der sich eine gewogene Mischung von Benzol und Paraffinöl (ca. 1 Teil Benzol + 4—5 Teilen Paraffinöl) befand, das Rohr tauchte teils in die Mischung, teils endigte es über der Mischung, sodass die Luft einen bescheidenen Benzolgehalt annahm. Durch Wiegen des Gefässes vor und nach Beendigung des Versuches konnte ich die in meinen Körper eingetretene Benzolmenge ermitteln. Die Exspirationsluft wurde möglichst ohne Verlust ausgeblasen, durch zwei abgekühlte Paraffinölgefässe und dann durch U-Röhren mit Perlen und Nitriersäure.

In den ersten Versuchen schien es mir nicht möglich, während des ganzen Versuches bloss Luft

einzuatmen, die über Benzol gegangen war. Ich glaubte das Bedürfnis zu haben, dazu reine Luft einzuatmen, von der ich natürlich die zugehörige Exspirationsluft auch durch die Exspirationsgefässe ausblies. Ich glaube, dass an diesem Luftbedürfnis der zu starke Benzolgehalt der Vorlage in den ersten Versuchen schuld war. Ausserdem waren in den ersten Versuchen die Exspirationsröhren sehr eng. Als diese beiden Übelstände beseitigt worden waren, gelang es mir von Versuch 12 an, während des ganzen Versuchs benzolhaltige Luft zu atmen.

Interessant war zu berechnen, einen wie grossen Benzolgehalt die Luft hatte, die ich einatmete. Ich habe in den Versuchen in 5 Minuten 0,5—1,5 g Benzol aufgenommen. Rechne ich die in der Minute inspirierte Luftmenge auf $14 \times {}^1/_2$ l, also = 7 l, so ergeben sich für 5 Minuten 35 Liter. Es war also der Benzolgehalt der Inspirationsluft zwischen 15 und 25 mg im Liter, Dosen, wie sie von Tieren eine halbe Stunde lang ohne besondere Schwierigkeiten vertragen werden [1]). Ich glaube, dass eine derartige Dosis in einer halben Stunde beim Menschen sowohl Reizerscheinungen an den Schleimhäuten als narkotische Störung hervorbringen wird. Ich lasse nun meine Versuchsprotokolle nach der zuletzt beschriebenen Anordnung folgen und gebe zum Schluss noch eine tabellarische Übersicht über dieselben.

Ich hebe stets hervor, ob mir etwas bekannt ist, was auf das Resultat nachteilig hätte einwirken können.

---

[1]) Vergl. die Dissert. aus dem Hyg. Inst. Würzburg von 1904 von Weissenfeld.

Betrachten wir die Übersichtstabelle, so ergeben sich folgende Resultate aus der Arbeit:

Atmet man 5—10 Minuten eine Konzentration von 10—16 mg Benzol im Liter ohne Zwischenatemzüge aus der reinen Luft ein, so ergibt sich eine Absorption von 79,8—84,7 % resp. eine Benzol-Ausscheidung von 15,3—20,2 %. Es werden also rund 80 % des Benzols unter diesen Bedingungen absorbiert, eine ausserordentlich hohe Zahl, die wohl niemand erwartet hätte. Es ist das Resultat meiner Versuche 1—3. (Siehe Tabelle S. 27.)

Kleiner wird natürlich die Absorption, wenn man zwischen die Benzolatemzüge Inspirationen aus der Zimmerluft einschaltet und die Exspirationen dieser Reinluftzüge auch auffängt. Atmete ich, wie gewöhnlich in diesen Versuchen zweimal über Benzol und dann einmal frische Luft, so bekam ich eine Absorption von rund 60 % oder 56—66 %. Dabei waren meine Atemzüge alle tief und langsam. Es entfernt sich eigentlich keines meiner Resultate wesentlich von diesen Zahlen. In Versuch 13, den Herr Dr. Gundermann für mich auszuführen die Freundlichkeit hatte, ist nur eine Absorption von 35 % gefunden. Dieser Versuch wurde bei etwas zaghafter Benzolatmung, d. h. mit kleinen oberflächlichen Atemzügen durch die Benzolflasche und zahlreichen Zwischenatemzügen reiner Luft ausgeführt; aber selbst unter diesen Bedingungen wurden doch noch 35 % des Benzols absorbiert.

Einen Einfluss der Konzentration des Benzoldampfes in der Luft auf die Absorptionsgrösse kann ich nicht behaupten. Dagegen wird sicher weit mehr Benzol absorbiert, wenn 5 Minuten lang Luft mit der Konzentration $\frac{a}{2}$ geatmet wird, als wenn abwechselnd

Luft mit dem Gehalt a und dem Gehalt 0 zur Einatmung kommt.

Wenn ich sagen soll, wie ich erkläre, dass das Benzol soviel stärker als der Schwefelkohlenstoff absorbiert wird, so bin ich in Verlegenheit. Beide Substanzen sind schwer löslich in Wasser; beide Substanzen sind leicht löslich in Fett, haben einen niedrigen Siedepunkt, sind sehr flüchtig und doch wurde vom Schwefelkohlenstoff nach den Versuchen des Herrn Biener und Herrn Professor Lehmann nur etwa 22—25% sowohl in Menschen- wie in Tierversuchen absorbiert. Es werden Versuche mit weiteren ätherischen Körpern angestellt werden müssen, um die allgemeinen Gesetze festzustellen, die hier gültig sind. Es sind bereits Arbeiten im Institut in dieser Richtung im Gang. Herr Professor Lehmann gestattet mir mitzuteilen, dass nach den bisherigen Versuchen die niedrig siedenden ätherischen Körper schwerer absorbierbar gefunden wurden als die hoch siedenden, was den Unterschied der Absorption von Schwefelkohlenstoff (Siedepunkt 47) und Benzol (Siedepunkt 80,5) gut erklärt.

Protokolle.

I. Vorversuch:

Es soll nachgewiesen werden, dass das in der Luft enthaltene Benzol beim Durchleiten der Luft durch eine Schwefel-Salpetersäuremischung (Nitriersäure) von dieser in Form von Dinitrobenzol zurückgehalten wird, sodass eine quantitative Benzol-Bestimmung auf diese Art möglich ist.

Ein schwacher, durch Durchleiten durch eine Chlorcalciumröhre getrockneter Luftstrom nimmt beim Durchstreichen durch eine Benzol-Paraffinmischung Benzol auf. Durch weiteres Durchleiten der Luft durch 2 Zehnkugelröhren mit Nitriersäure soll das Benzol zurückgehalten werden. Zum Zurückhalten der Säuredämpfe sind vor und hinter den Kugelröhren Gefässe mit Natronlauge eingeschaltet.

Ergebnis:

Gewicht der Benzolvorlage
vor dem Versuch = 243,495
nach dem Versuch = 243,051
aspiriertes Benzol = 0,444

Gefundenes Dinitrobenzol
0,8808

Es wurden 92,2% des aspirierten Benzols wiedergefunden.

II. Vorversuch.

Versuchsanordnung die gleiche.
Es wird 1 Stunde lang schwach aspiriert.

Gewicht der Benzolvorlage
vor dem Versuch = 203,555
nach dem Versuch = 202,520
aspiriertes Benzol = 1,035
Gefundenes Dinitrobenzol: 2,005

Es wurden 95% des aspirierten Benzols wiedergefunden.

III. Vorversuch.

Die Versuchsanordnung ist in diesem Falle insofern eine andere, als die benzolhaltige Luft ausser durch die beiden Kugelröhren noch durch 2 Paraffinvorlagen von -16^0 geleitet wird. Man hofft, dass durch das kalte Paraffin die Hauptmenge des Benzols vorerst zurückgehalten wird; durch sekundäres Erwärmen des Paraffins unter weiterem Durchsaugen von Luft wird das Benzol wieder ausgetrieben, und durch Durchleiten durch Nitriersäure aufgefangen.

Die Benzolretention wird nach den einzelnen Apparatteilen getrennt bestimmt.

Dauer des Versuchs $^3/_4$ Stunden.
Gewicht der Benzolvorlage
vor dem Versuch = 204,21
nach dem Versuch = 203,71
aspiriertes Benzol = 0,5
Gefundenes Dinitrobenzol

Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 1,0275
Aus dem Paraffin = 0,7615
Aus d. I. Kugelrohr = 0,246
Aus d. II. Kugelrohr = 0,020

Es wurden 95,1% d. aspirierten Benzols wiedergefunden.

IV. Atmungsversuch beim Menschen.

Die Inspirationsluft wird durch Chlorcalcium getrocknet eingeatmet. Exspiriert wird durch vier Paraffinflaschen in Kältemischung; ferner muss die Exspirationsluft noch ein weites mit Glasperlen gefülltes U-Rohr passieren, in dem sich Nitriersäure befindet. Die Säuredämpfe werden direkt in den Abzug geleitet. Zur leichteren Atmung kommen weite Röhren zur Verwendung. Dauer der Atmung 5 Minuten. Nach je 2 Inspirationen durch das Benzol eine Inspiration in freier Luft; exspiriert wird immer durch den Apparat. Luftverbrauch etwa 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 289,372
nach dem Versuch = 288,745
Inspiriertes Benzol = 0,627

könnte liefern 1,350 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffinöl = 0,3186
aus dem Nitrierrohr = 0,2142
Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 0,5328

Es wurden 39,4% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

V. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung die gleiche wie beim vorigen Versuch; nur werden statt 4 nur 2 Paraffingefässe eingeschaltet, dafür aber 2 U-Röhren mit Nitriersäure verwendet. Benzolretention wird nach den einzelnen Apparatteilen gesondert bestimmt. Versuchsdauer beträgt 5 Minuten. Nach etwa 3 Inspirationen durch Benzol je 1 Zwischenatemzug. Exspiration

immer durch den Apparat. Das eingeatmete Benzol verursacht mit Ausnahme eines geringen Hustenreizes keinerlei Symptome. Inspirationsluft beträgt 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 458,71
nach dem Versuch = 457,71
Inspiriertes Benzol = 1,0
könnte liefern 2,153 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffin = 0,4033
aus Nitrierrohr I = 0,273
aus Nitrierrohr II = 0,0234
Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 0,6997

Es wurden 32,3 % des inspirierten Benzols wiedergefunden.

VI. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung die gleiche wie beim vorhergehenden Versuche. Die Zwischeninspiration in freier Luft wird möglichst eingeschränkt; etwa nach 5 Benzolinspirationen 1 Zwischenatmung. Exspiration immer in den Apparat. Dauer des Versuches 5 Minuten. Luftverbrauch 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 480,73
nach dem Versuch = 480,04
inspiriertes Benzol = 0,69
könnte liefern 1,486 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffin = 0,3077
aus den Nitrierröhren = 0,2617

Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 0,5694.

Es wurden 83,3% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

VII. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung ist die gleiche; Atmung ebenso Dauer des Versuchs 5 Minuten. Inspirationsluft 36 l

Gewicht der Inspirationsvorlage

vor dem Versuch = 498,65
nach dem Versuch = 497,91

inspiriertes Benzol = 0,74

könnte liefern 1,688 Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus dem Paraffin = 0,3508
aus den Nitrierröhren = 0,3821

Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 0,7329

Es wurden 43,4% des verbrauchten Benzols wiedergefunden.

VIII. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung die gleiche. Es wurde wenig in freier Luft inspiriert. Versuchsdauer 5 Minuten. Inspirierte Luftmenge 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage

vor dem Versuch = 496,61
nach dem Versuch = 495,7

inspiriertes Benzol = 0,91

könnte liefern 1,958 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus dem Paraffin = 0,2058
aus den Nitrierröhren = 0,5503

Gesamtmenge des Dinitrobenzols = 0,7561.

Es wurden 38,6% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

IX. Atmungsversuch beim Menschen.

Diesen Versuch auszuführen hatte Herr Dr. Gundermann die Freundlichkeit. Die Inspirationen über das Benzol waren äusserst oberflächlich und nach jeder derartigen Inspiration wurden mehrere kräftige Frischluftatmungen eingeschaltet. Exspiriert wurde wieder durchweg in den Apparat. Dauer des Versuches 10 Minuten. Es wurden etwa 72 l Luft inspiriert.

Gewicht der Inspirationsvorlage

vor dem Versuch	= 499,17
nach dem Versuch	= 498,87
inspiriertes Benzol	= 0,30

könnte liefern 0,646 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus Paraffin aus den Nitrierröhren	} 0,402

Es wurden 62,2% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

Eine 5 Minuten lange Exspiration in Nitrierröhren bei Inspirationen in freier Luft ergab noch 5 mg unausgeschiedenes Benzol.

X. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung wie bisher. Nach etwa je 3 Atmungen durch das Benzol 1 Inspiration in freier Luft. Versuchsdauer 5 Minuten. Inspirierte Luftmenge etwa 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage

vor dem Versuch = 502,61
nach dem Versuch = 501,7
Inspiriertes Benzol = 0,91

könnte liefern 1,96 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus Paraffin
aus den Nitrierröhren } 0,8797

Es wurden 44,8% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XI. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung und Atmungstypus wie beim vorigen Versuch. Versuchsdauer 8 Minuten. Luftmenge beträgt etwa 57 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage

vor dem Versuch = 500,5
nach dem Versuch = 498,98
inspiriertes Benzol = 1,52

könnte liefern 3,273 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus dem Paraffin
aus den Nitrierröhren } 1,1236

Es wurden 34,3% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XII. Atmungsversuch beim Menschen.

Bei diesem Versuche wird bei der gleichen Versuchsanordnung nicht durch, sondern über das Benzol geatmet; es gelingt so ohne Zwischenatemzüge nur benzolhaltige Luft zu atmen. Versuchsdauer 5 Minuten. Luftmenge 36 l.

Inspirationsvorlage, Gewicht

vor dem Versuch = 498,54
nach dem Versuch = 498,005
inspiriertes Benzol = 0,535

könnte liefern 1,152 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffinöl
aus den Nitrierröhren } 0,1609

Es wurden 13,9% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XIII. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung die gleiche. Es wird über das Benzol inspiriert. Keine Zwischenatmung. Versuchsdauer 5 Minuten. Inspirierte Luftmenge 36 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 497,915
nach dem Versuch = 497,325
inspiriertes Benzol = 0,590

könnte liefern 1,270 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffin
aus den Nitrierröhren } 0,2255

Es wurden 17,7% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XIV. Atmungsversuch beim Menschen.

Da das Zwischenatmen in freier Luft auf die Menge des ausgeschiedenen Benzols einen grossen Einfluss zu haben scheint, werden jetzt auch beim Atmen über Benzol Zwischenatemzüge eingeschaltet und zwar derart, dass nach je 2 Inspirationen über

Benzol je 2 Inspirationen in freier Luft vorgenommen werden. Versuchsdauer 10 Minuten. Inspirierte Luftmenge 70 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 496,69
nach dem Versuch = 496,249
inspiriertes Benzol = 0,441
könnte liefern 0,949 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffin
aus den Nitrierröhren } = 0,3567

Es wurden 37,4% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XV. Atmungsversuch beim Menschen.

Versuchsanordnung und Atmungstypus wie bei Versuch XIV. Versuchsdauer 10 Minuten. Inspirierte Luftmenge 90 l.

Gewicht der Inspirationsvorlage
vor dem Versuch = 504,455
nach dem Versuch = 503,847
inspiriertes Benzol = 0,608
könnte liefern 1,309 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol
aus dem Paraffin
aus den Nitrierröhren } = 0,3991

Es wurden 30,5% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

XVI. Atmungsversuch beim Menschen.

Der Versuch wird 10 Minuten lang ohne Zwischenatmung durchgeführt; Luftmenge, die inspiriert wurde

beträgt 74 l. Nach Beendigung des Versuches wird bei freier Inspiration die Exspirationsluft noch auf ihren Benzolgehalt untersucht.

Inspirationsvorlage, Gewicht

vor dem Versuch = 504,75
nach dem Versuch = 503,92
inspiriertes Benzol = 0,83

könnte liefern 1,78 g Dinitrobenzol.

Gefundenes Dinitrobenzol

aus dem Paraffin
aus den Nitrierröhren } = 0,2584

Es wurden 14,5% des inspirierten Benzols wiedergefunden.

In der Exspirationsluft wurden weiter noch gefunden nach dem Versuch innerhalb 5 Minuten noch 2,6% des inspirierten Benzols.

Zum Schlusse gestatte ich mir, Herrn Professor Lehmann für die gütige Überlassung der Arbeit und seine hierbei mir durch Rat und Tat geleistete Hilfe bestens zu danken. Auch Herrn Dr. Gundermann, der durch ständige Überwachung meiner Versuche und besonders im Anfang durch die wirksame Unterstützung bei den quantitativen Dinitrobenzolbestimmungen meine Arbeit förderte, bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

Laufend. No.	Protokoll No.	Inhalation g	Dauer Min.	Über d. Benzol inspirierte Luftmenge	Zwischenatmung	Mittl. Conc. d. Luft in mg. pro l.	Ausgeschiedenes Dinitrobenzol	Ausgeschiedenes Benzol	Rohzahlen		Ausgeschiedenes Benzol korrigiert	Korrigierte Zahlen	
									% des nichtabsorbierten Benzols	% des absorbierten Benzols		% des nichtabsorbierten Benzols	% des absorbierten Benzols
1	XIII	0,590	5	35 l	Keine	16	0,2255	0,1046	17,7	82,3	0,1192	20,2	79,8
2	XII	0,535	5	35 l	Keine	15	0.1609	0,0746	13,9	86,1	0,082	15,3	84,7
3	XVI	0,83	10	74 l	Keine	11	0,3062	0,142	17,1	82,9	0,1562	18,8	81,2
4	XIV	0,441	10	70 l	Abwechselnd 2 Atemz. i. f. Luft 2 „ üb. Benz.	7	0,3567	0,1655	37,4	62,6	0,182	41,2	58,8
5	XV	0,608	10	90 l	„ „	7	0,3991	0,1851	30,5	69,5	0,2036	33,4	66,6
6	IV	0,627	5	36 l	Nach 2 Atemzüg. über Benzol je 1 Zwischenatemz.	17,4	0.5328	0,2472	39,4	60,6	0,2719	43,5	56,5
7	V	1,0	5	36 l	Wenig Zwischenatmg.	27,7	0,6997	0,3246	32,3	67,7	0,3592	35,9	64,1
8	VI	0,69	5	36 l	„	19,1	0,5694	0,2642	38,3	61,7	0,2906	42,1	57,9
9	VII	0,74	5	36 l	„	20,5	0,7321	0,340	43,4	56,6	0,374	50,5	49,5
10	VIII	0,91	5	36 l	„	25,2	0,7561	0,3508	38,6	61,4	0,3858	42,3	57,7
11	X	0,91	5	36 l	2 Atemzüge über Benz., dann je 1 Zwischenatemz.	25,2	0,8797	0,4081	44,8	55,2	0,4489	49,3	50.7
12	XI	1,52	8	57 l	„	26,6	1,1236	0,5213	34,3	65,7	0,5734	37,7	62,3
13	IX	0,30	10	72 l	Sehr viele Zwischenatemzüge. Oberflächliche Benzolatmung.	4,1	0,402	0,1865	62,2	37,8	0,2051	68,3	31,7

Lebenslauf.

Ich, Ottmar Stöhr, bin zu Giebelstadt in Unterfranken am 21. September 1884 geboren als Sohn des Apothekers Guido Stöhr in Giebelstadt. Bis zu meinem 10. Jahre besuchte ich die Volksschule meines Heimatortes. Im September 1894 bestand ich die Aufnahmsprüfung in das humanistische Gymnasium zu Tauberbischofsheim, wo ich Juli 1903 absolvierte. Meine Studienzeit als Mediziner verbrachte ich ausschliesslich an der Universität in Würzburg. Hier diente ich auch mein halbes Jahr unter der Waffe beim 11. Feld-Artillerieregiment. Im März 1906 bestand ich meine ärztliche Vorprüfung. Das medizinische Staatsexamen beendigte im am 25. Dezember 1908. Meine Praktikantenzeit verbrachte ich bis jetzt teils an der chiurg. Universitätspoliklinik, teils am hygienischen Institut in Würzburg.

Vorstehende Dissertation habe ich unter Leitung des Herrn Prof. Lehmann verfasst.